

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI - UFVJM**

VINÍCIUS ORLANDI BARBOSA LIMA

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE MATRIZES
DE *Caryocar brasiliense* Camb. EM DIFERENTES CONDIÇÕES
AMBIENTAIS**

**DIAMANTINA - MG
2012**

VINÍCIUS ORLANDI BARBOSA LIMA

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE MATRIZES
DE *Caryocar brasiliense* Camb. EM DIFERENTES CONDIÇÕES
AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, área de concentração em Manejo Florestal e Silvicultura, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Reynaldo Campos Santana

**DIAMANTINA - MG
2012**

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa
CRB6-2641

L732e Lima, Vinícius Orlandi Barbosa
2012 Emergência e crescimento de plântulas de matrizes de *Caryocar brasiliense*
Camb. em diferentes condições ambientais – MG. Vinícius Orlandi Barbosa
Lima – Diamantina: UFVJM, 2012.
34f.

Orientador: Reynaldo Campos Santana
Coorientador: José Sebastião Cunha Fernandes

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências
Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Pequ 2. Germinação 3. Substratos I. Título.

CDD 631.5

**EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE MATRIZES
DE *Caryocar brasiliense* Camb. EM DIFERENTES CONDIÇÕES
AMBIENTAIS**

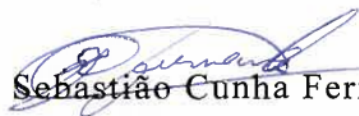
Vinícius Orlandi Barbosa Lima

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ciência
Florestal, nível de Mestrado, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre.

APROVADA EM 27 / 02 / 2012



Prof.^a Janaína Fernandes Gonçalves – UFVJM



Prof. José Sebastião Cunha Fernandes – UFVJM



Prof.^a Miranda Titon – UFVJM



Prof. Paulo Sérgio Nascimento Lopes – UFMG



Prof. Reynaldo Campos Santana – UFVJM
Presidente

DIAMANTINA
2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pela chance de estudar nesta instituição de excelência.

Ao Departamento de Engenharia Florestal da UFVJM pelo acolhimento e suporte aos trabalhos.

Aos professores Dr. Reynaldo Campos Santana e Dr. José Sebastião Cunha Fernandes pela orientação, colaboração, confiança e pela oportunidade.

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo financiamento e concessão de bolsa de estudos essencial na fase inicial do mestrado.

Ao Instituto Estadual de Florestas, ao Parque Estadual do Rio Preto, ao Tonhão e especialmente ao Sr. Deco pelo auxílio nos trabalhos dentro do parque.

Ao Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais do DEF/UFVJM, ao Xavier, Evaldo e estagiários do CIPEF.

Aos colegas do projeto “Desenvolvimento de tecnologias para produção sustentada de três espécies para o Alto Jequitinhonha”: Erik, Josiane, Sílvia, Isabel, Bernardo, Rafael e Daniel, em especial ao grande brother Múcio Farnezi pelos ensinamentos, conselhos e pelo estímulo ao mestrado. Também aos professores: Reynaldo Santana, Miranda Titon, Márcio Leles, Israel Marinho e Evandro Machado pelo aprendizado multidisciplinar.

Aos bolsistas de iniciação científica do DEF: Francis, Felipe, Camilla, Marcele, Ianna, José Carlos e Guilherme pelo auxílio nos trabalhos.

A todos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal.

Aos meus pais e familiares, em especial à vó Geralda (*in memoriam*) pelo incentivo aos estudos de pós-graduação.

Aos companheiros do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais de Salinas/MG.

A todos amigos que incentivaram e apoiaram a realização deste feito.

RESUMO

LIMA, V.O.B. **Emergência e crescimento de plântulas de matrizes de *Caryocar brasiliense* Camb. em diferentes condições ambientais**. 2012. 34p. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Florestal). Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de ambientes, substratos, progênies e procedências na emergência e crescimento de plântulas de pequi. O experimento foi conduzido nos ambientes casa de vegetação, casa de sombra e céu aberto, onde foram avaliadas diferentes matrizes dentro dos substratos S1(terra de subsolo de textura média), S2(70% de vermiculita e 30% de moinha de carvão) e S3 (30% de moinha de carvão, 50 % de vermiculita e 20% de areia). Os dados de germinação foram analisados pelo teste de qui-quadrado para independência, enquanto as variáveis de diâmetro e altura de plântulas pela análise de variância. Os resultados foram significativos ($p < 1\%$) para progênies, substratos e ambientes em relação à taxa de emergência. O substrato S1 e o ambiente céu aberto obtiveram os maiores percentuais de emergência de plântulas (7,54% e 7,59%), já o substrato S1 dentro da casa de sombra foi a interação que proporcionou o melhor resultado (12,61%). A emergência se correlacionou positivamente com a densidade e temperatura dos substratos e negativamente com sua capacidade de retenção de água, além de ser inversamente proporcional à pressão de vapor d'água do ambiente. O substrato S3 e a casa de vegetação contribuíram isoladamente para as maiores médias de diâmetro do coleto e altura de plântulas, sendo sua interação significativamente superior às demais combinações de substratos e ambientes para a variável altura.

Palavras-chave: pequi, germinação e substratos.

ABSTRACT

LIMA, V.O.B. **Emergence and seedling growth of arrays *Caryocar brasiliense* Camb. under different environmental conditions.** 2012. 34p. Course Conclusion Work (*Stricto Sensu* Post Graduation in Forest Science). Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

The objective of this study was to evaluate the influence of environments, substrates, progenies and provenances in the emergence and seedling growth of pequi. The experiment was conducted in a greenhouse environment, the shade and open air, where they were evaluated in different matrices of the substrates S1 (subsoil texture average), S2 (70% vermiculite and 30% charcoal powder) and S3 (30% of charcoal powder, vermiculite 50% and 20% sand). The germination data were analyzed by chi-square test for independence, while the variables of diameter and height of seedlings by analysis of variance. The results were significant ($p < 1\%$) for progeny, substrates and environments in relation to the rate of emergence. The substrate S1 open and the environment had the highest percentage of seedling emergence (7.54% and 7.59%), since the substrate S1 within the shade was the interaction that yielded better results (12.61%) . The emergence of positively correlated to the density and temperature of the substrate and negatively with their ability to retain water, and is inversely proportional to the pressure of water vapor from the environment. The substrate S3 and greenhouse alone contributed to the higher average stem diameter and height of seedlings, and their interaction significantly superior to other combinations of substrates and environments for the variable height.

Keywords: pequi, germination and substrates.

SUMÁRIO

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE MATRIZES DE *Caryocar brasilense* Camb. EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Fatores atuantes na germinação e emergência do pequi.....	7
2.1.1 Fatores internos	7
2.1.2 Fatores externos.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5 CONCLUSÕES.....	25
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
APÊNDICE.....	31

1. INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado ocupa basicamente a região central do Brasil, sendo constituído predominantemente por estrutura de savana, com flora arbóreo-arbustiva distribuída sobre o estrato herbáceo (GOOLAND & FERRI, 1979; RIBEIRO & WALTER, 1998). Neste contexto encontra-se o pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.), espécie arbórea típica, onde apresenta alto valor de importância e que mostra ser eficiente no processo de dispersão e adaptação às condições locais deste ambiente (RATTER *et al.*, 2003; NERI *et al.*, 2007).

Os frutos do pequizeiro são explorados de forma extrativista e exercem importante papel sócio-econômico para as populações nas regiões de ocorrência natural, principalmente devido ao seu uso múltiplo na culinária, destacando o potencial na geração de emprego e renda através da comercialização dos frutos e seus derivados (ALMEIDA & SILVA, 1994; SOUZA *et al.*, 2007; AZEVEDO *et al.*, 2009).

A dificuldade para propagação do pequizeiro interfere muito na sua domesticação (SILVA & MEDEIROS FILHO, 2006), podendo limitar a formação de pomares. Embora exista grande procura por mudas de pequi em viveiros comerciais, sua oferta não ocorre na mesma proporção da demanda, o que pode ser explicado pela desuniformidade e baixa germinação de suas sementes (SOUZA *et al.*, 2007). O reduzido percentual de germinação de suas sementes está relacionado principalmente com sua dormência, associada sobretudo aos impedimentos físicos do endocarpo e à inibição fisiológica (DOMBROSKI, 1997; SOUZA *et al.*, 2007; BERNARDES *et al.*, 2008).

Fatores como ambientes e substratos podem exercer efeitos sobre a germinação e emergência de plântulas, neste caso tais fatores são comprovadamente estimuladores da germinação (BRASIL, 2009), pois abrangem intervalos com diferentes valores de temperatura, umidade e sombreamento. Além disso, a procedência do material genético, assim como a sua descendência matrilineal, podem exercer efeito sobre a dormência, germinação de sementes e crescimento de mudas (MUNIR *et al.*, 2001; MARTINS-CORDER & SALDANHA, 2006; SILVA *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2007).

O conhecimento e manejo dos fatores que interferem na germinação, emergência e crescimento do pequi são essenciais para melhor planejamento e estabelecimento do processo produtivo. Nestas circunstâncias, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de progênies, procedências, ambientes e substratos na emergência e crescimento de plântulas de pequi.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores atuantes na germinação e emergência do pequi

A propagação sexuada é a técnica mais empregada atualmente na produção de mudas do pequi, que se justifica pela maior complexidade na obtenção de mudas desta espécie pelos processos de multiplicação clonal. Entretanto, as taxas de germinação e emergência de plântulas do pequizeiro variam de acordo com os tratamentos pré-germinativos e com a atuação dos fatores envolvidos na dormência das sementes, que constituem elementos determinantes para se estabelecer práticas eficientes na sua propagação.

A germinação de sementes é influenciada por diversos fatores intrínsecos, como balanço hormonal, resistência tegumentar, substâncias inibidoras, maturação embrionária e genótipo. No pequi estes fatores estão principalmente relacionados ao impedimento tegumentar, à dormência fisiológica, à presença de inibidores químicos e à origem genética (MELO & GONÇALVES, 2001; ZAIDAN & CARREIRA, 2008; DOMBROSKI *et al.*, 2010).

Os fatores externos também exercem efeito direto sobre a quantidade, velocidade e uniformidade da germinação de sementes e emergência das plântulas. Os principais fatores do ambiente que os influenciam são: luz, temperatura, umidade, substrato, nutrientes, armazenamento e agentes patogênicos (CAVALCANTE *et al.*, 1982; BALARDIN & LOCH, 1987; PEREZ & MORAIS, 1991; PEREZ & PRADO, 1993; BEZERRA *et al.*, 2004; DEMINICIS *et al.*, 2010).

2.1.1. Fatores internos

O impedimento mecânico do endocarpo é um dos responsáveis pelas baixas taxas de germinação em sementes de pequi. Comparando a germinação de sementes nuas (embrião) com putâmens *in natura*, a retirada do mesocarpo interno e do endocarpo aumentou significativamente o percentual germinativo (DOMBROSKI, 1997; DOMBROSKI *et al.*, 1998; SILVA & MEDEIROS FILHO, 2006; SOUZA *et al.*, 2007), ressaltando a influência da resistência mecânica na dormência das sementes.

A utilização de ácido sulfúrico para escarificação física do tegumento pode danificar as sementes de pequi e reduzir seu percentual de germinação, o que sugere que a

impermeabilidade do tegumento não deve ser o principal responsável pela sua dormência (SÁ E CARVALHO *et al.*, 1994).

O balanço hormonal no ambiente embrionário é outro aspecto a ser considerado na ativação da germinação, que pode estar associado a fatores que promovem o mecanismo de inibição fisiológica. Neste sentido, as giberelinas possuem efeito relevante no processo germinativo, influenciando a quebra de dormência, acelerando a germinação de sementes não dormentes e aumentando a hidrólise de reservas (AOYAMA *et al.*, 1996). Diversos trabalhos retratam a influência do tratamento hormonal com ácido giberélico na germinação de sementes e emergência de plântulas de pequi. As sementes quando tratadas com ácido giberélico (GA₃) germinam em maior percentual e com maior velocidade (BERNARDES *et al.*, 2008). Mesmo os putâmens, compostos por mesocarpo interno e endocarpo com espinhos, quando tratados com GA₃ tem sua germinação aumentada (SOUZA *et al.*, 2007). O tratamento com GA₃ em diferentes concentrações induz diferentes respostas na germinação do pequi. Bernardes *et al.* (2008) concluíram que o maior percentual de emergência foi estabelecido com a concentração de 350 mg L⁻¹, obtendo também o menor tempo de médio de emergência. Pereira *et al.* (2004) constataram que as doses entre 150 a 500 mg L⁻¹ de GA₃ proporcionaram o maior percentual de emergência das plântulas de pequi.

A presença de substâncias inibidoras no tegumento é um mecanismo de dormência encontrado em algumas espécies florestais e pode reduzir significativamente o percentual de germinação (FLORIANO, 2004). No fruto do pequi foram encontrados inibidores de germinação na polpa, espinhos e endocarpo, porém nos extratos obtidos do embrião não foram localizadas estas substâncias, indicando que as estruturas envoltórias da semente podem ser responsáveis pela inibição do processo germinativo através da ativação metabólica (MELO & GONÇALVES, 2001).

A origem do material genético também está relacionada com a germinação de sementes do pequizeiro. Rocha (2009) detectou efeito altamente significativo ($p < 0,01$) de progênes em relação ao percentual de germinação do pequi, resultado semelhante encontrado por Pereira *et al.* (2004) que observou grande influência das plantas matrizes sobre a variação na taxa de emergência. Já o efeito entre procedências não foi observado para o pequi no estudo de Souza *et al.* (2007), ressaltando que a maior variância tem sido observada dentro das populações.

Apesar das estruturas externas ao embrião inibirem a germinação, o processo de remoção destas é trabalhoso e demorado, muitas vezes causando danos a semente, tornando-se uma prática onerosa em grandes escalas de produção (SANTOS, B.R. *et al.*, 2004). Por

outro lado, ao se retirar o endocarpo, Bernardes *et al.* (2008) encontraram 26,3% de sementes danificadas, mal formadas, apodrecidas ou mortas, portanto esta seria uma desvantagem na semeadura das sementes com envoltórios, dificultando o descarte das sementes defeituosas. Atualmente na produção de mudas do pequi é recomendado apenas o tratamento com ácido giberélico em putâmens com tecidos anexos (SOUZA *et al.*, 2007), considerando-se o custo e a dificuldade para remoção dos envoltórios. Até então esta prática parece ser a mais coerente com a rotina dos viveiros de mudas, por conferir maior praticidade no processo de produção.

Contudo, ainda precisam ser bem conhecidos os mecanismos de inibição fisiológica envolvidos na dormência das sementes do pequi, assim como seus métodos de superação, de modo a minimizar os gastos na utilização do ácido giberélico como estimulante do processo germinativo. Do mesmo modo são necessários testes mais específicos para definir a influência dos tecidos anexos sobre o embrião, tanto em relação à presença de inibidores químicos, quanto ao impedimento mecânico causado pelo endocarpo, no sentido de esclarecer em que proporção estes fatores atuam isoladamente e se existe efeito entre suas interações. Os trabalhos de melhoramento genético que visam à seleção genotípica em pequizeiros também devem preconizar o percentual germinativo de suas sementes como caractere de seleção para melhoria nos índices de germinação de suas progênies.

2.1.2. Fatores externos

O substrato pode ser um importante fator que exerce efeito sobre a germinação de sementes do pequizeiro, devido à diversidade de variáveis nele contidas. Em um estudo que visou caracterizar ambientes de cerrado com alta densidade de pequizeiros, o cambissolo e o litossolo apresentaram maior densidade de plantas de pequizeiros quando comparados com os latossolos, sugerindo a preferência de estabelecimento desta espécie em ambientes mais arenosos (SANTANA & NAVES, 2003). Dentre as áreas avaliadas neste estudo, as que mostraram granulometria com frações mais grosseiras, acima de 2,0 mm, observou-se uma tendência de maior densidade de plantas de pequizeiro. No entanto, a influência de substratos sobre sementes de pequi precisa ser avaliada de forma mais abrangente para avaliar a existência de alguma correlação com seus atributos, principalmente no que se refere à granulometria, porosidade e retenção de água. Estes fatores estão intimamente relacionados com a manutenção da umidade e com as trocas gasosas primordiais no processo de germinação. Na maioria dos trabalhos com pequi foi utilizada a areia como substrato para germinação (SILVA *et al.*, 2001; PEREIRA *et al.*, 2004; VIEIRA *et al.*, 2005; ROCHA,

2009), no entanto, a comparação com outros substratos é de fundamental importância para verificação do seu efeito sobre as sementes.

O ataque de fungos é um fator externo que também exerce efeito sobre a taxa germinativa do pequi, onde o tratamento das sementes com fungicidas eleva o percentual de germinação (OLIVEIRA, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2004). A eficácia dos fungicidas relacionada a fatores como concentração, modo e tempo de aplicação serão importantes variáveis a serem estudadas para subsidiar a propagação em larga escala do pequizeiro, visando solucionar os prejuízos causados pelos fungos (VIEIRA *et al.*, 2005).

O período e as condições de armazenamento são determinantes no vigor e longevidade. A viabilidade das sementes de pequi sofre influência negativa pelo tempo de armazenamento, onde o percentual de germinação é reduzido ao longo do período armazenado (OLIVEIRA, 2002; ROCHA, 2009). Resultados semelhantes foram observados em outras espécies do Cerrado, aonde o armazenamento causou redução drástica no poder germinativo e até a inviabilidade das sementes (VIEIRA & GUSMÃO, 2006; BERNARDES *et al.*, 2007; SCALON *et al.*, 2007). Contudo, métodos de armazenamento ainda devem ser testados para verificar a possibilidade de manter o percentual germinativo e permitir a produção de mudas no período entre as safras.

A variação de temperatura no ambiente de germinação, assim como a amplitude de variação térmica entre o dia e a noite podem ser componentes determinantes na germinação de sementes de pequi (ROCHA, 2009). Porém, a faixa de temperatura ideal ainda deve ser definida para o pequizeiro de modo a obter subsídios para adequação do ambiente germinativo, tendo em vista que a germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura que variam entre as diferentes espécies, onde a alternância de temperaturas ao longo do dia também pode influenciar a velocidade de germinação (ABREU & GARCIA, 2005; LOPES & PEREIRA, 2005; MONQUERO & CHRISTOFFOLETI, 2005).

O efeito da luminosidade na germinação do pequi ainda não foi bem esclarecido na literatura e a realização de estudos neste sentido torna-se relevante pela influência deste fator em sementes de espécies florestais, aonde algumas são indiferentes à luminosidade (ALBUQUERQUE & GUIMARÃES, 2007; MELLO & BARBEDO, 2007), enquanto outras reagem com significante percentual germinativo na presença ou ausência de luz (SANTOS, C.M.R. *et al.*, 2004; ABREU & GARCIA, 2005).

O efeito dos nutrientes também pode ter efeito significativo sobre a germinação das sementes de pequi. Santana & Naves (2003) constataram que a densidade de plantas de pequizeiro em ambiente natural correlaciona-se positivamente, entre diferentes áreas

avaliadas, com os teores de P e Zn e com a CTC total do solo, indicando também uma relação com a fertilidade do solo (SANTANA & NAVES, 2003). Em outras espécies nativas foi constatada a influência da concentração de macro e micronutrientes na germinação das sementes (PEREZ & PRADO, 1993; DEMINICIS *et al.*, 2010), ressaltando a importância de exploração deste fator em pesquisas futuras.

Além do conhecimento das causas da dormência, é necessário entender melhor a atuação e a influência dos fatores externos, considerando que estes são estimulantes e condicionantes do processo germinativo. Neste contexto são incipientes os trabalhos sobre fatores ambientais, diante da grande quantidade de variáveis que podem ser analisadas.

E por fim, são imprescindíveis os estudos sobre a interação entre os diversos fatores para obtenção de conclusões mais precisas sobre seus efeitos na germinação das sementes e emergência de plântulas, visando à otimização das práticas de produção de mudas do pequi via seminal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF) do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), no município de Diamantina/MG.

As sementes de pequi foram coletadas entre os meses de janeiro e fevereiro do ano de 2010, procedentes de 28 matrizes, sendo 14 localizadas no Parque Estadual do Rio Preto no município de São Gonçalo do Rio Preto/MG e 14 na Fazenda Experimental do Moura (UFVJM) no município de Curvelo/MG. Após a queda dos frutos, eles foram descascados no campo e os putâmens armazenados em sacos permeáveis de polietileno. Permaneceram nesta embalagem por 60 dias, após este período os putâmens foram lavados em água corrente para retirada dos resíduos do mesocarpo e depois secos à sombra. Os putâmens danificados foram eliminados, sendo calculado o percentual de ataque do coleóptero *Amblycerus* sp., identificado por causar um orifício característico no mesocarpo. A identificação foi realizada visualmente quando os insetos perfuraram o putâmem (Figura 1a), sendo estas sementes descartadas pelos danos ocasionados ao embrião (Figura 1b), entretanto, podem ter sido utilizadas no experimento sementes com insetos dentro do putâmem sem que fossem percebidos. O experimento foi instalado posteriormente a estes procedimentos e conduzido por um período de 260 dias.

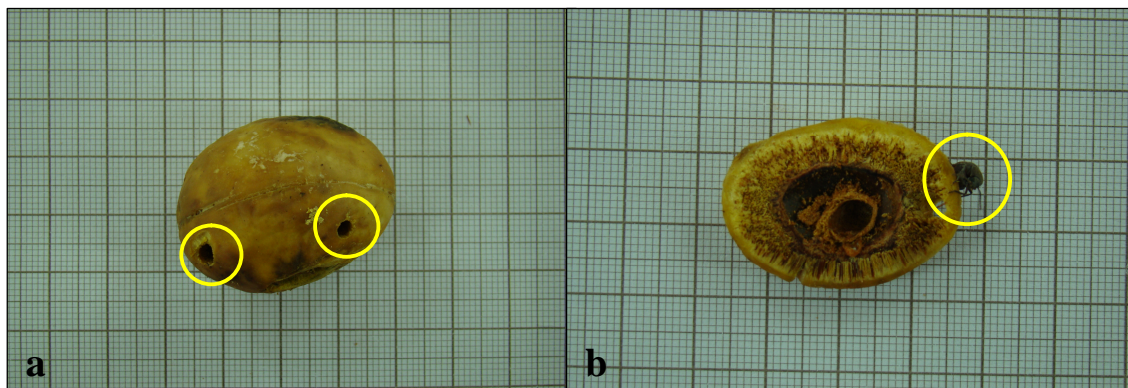


Figura 1. Orifícios causados pelo ataque de *Amblycerus* sp. (a), danos no embrião e inseto causador (b).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, sendo os tratamentos compostos por diferentes substratos e ambientes. As repetições foram as sementes das matrizes distribuídas dentro dos substratos em cada ambiente avaliado. A unidade

experimental foi então composta por um saco de polietileno preto de 1 L contendo um tipo de substrato, sendo que cada embalagem recebeu uma semente.

Os substratos foram assim estabelecidos:

- a) Substrato S1: terra de subsolo de textura média e granulometria menor que 3 mm;
- b) Substrato S2: 70% de vermiculita de granulometria média e 30 % de moinha de carvão granulometria média (1 a 4 mm);
- c) Substrato S3: 30% de moinha de carvão granulometria média, 50 % de vermiculita de granulometria média e 20 % de areia.

Os ambientes avaliados foram os seguintes:

- a) Casa de vegetação (CV) coberta com filme plástico com 150 microns de espessura e tela de sombreamento de 50 %, sistema de irrigação por nebulizador com vazão de 7 L/h e lâmina d'água de 39,5 mm;
- b) Casa de sombra (CS) com tela de sombreamento de 50 %, sistema de irrigação por microaspersor tipo bailarina com vazão de 85 L/h e lâmina d'água de 42,5 mm;
- c) Área de crescimento a céu aberto (CA) com sistema de irrigação por microaspersor tipo bailarina com vazão de 200 L/h e lâmina d'água de 22,5 mm.

Os ambientes CV, CS e CA receberam sementes de 28, 23 e 18 matrizes, respectivamente, distribuídas dentro dos substratos, sendo 23 matrizes comuns aos ambientes CV e CS e 18 comuns aos três ambientes. Cada matriz teve 10 sementes distribuídas dentro de cada substrato nos três ambientes. Esta diferença quantitativa de materiais genéticos entre os ambientes ocorreu devido à limitação de sementes produzidas por matriz e o ambiente CV recebeu maior número de matrizes pelo maior controle ambiental.

A lâmina de irrigação foi ajustada mensalmente em cada ambiente para suprir a quantidade de água evaporada e manter 60% da capacidade de campo dos substratos, sendo dividida em três turnos de rega diários. Como adubação de base nos substratos utilizou-se 5 kg de fertilizante de liberação lenta 12 a 14 meses (Osmocote®) por m³ de substrato. Foi realizada a análise de densidade e porosidade para caracterização física dos substratos de acordo com Lopes (2004). A temperatura dos substratos (medida com termômetro tipo espeto), a temperatura dos ambientes e a umidade relativa do ar (medidas com termohigrômetro a 1,25m da superfície) foram avaliadas semanalmente em todos ambientes, nos horários de 8h e 14h. A partir dos dados de temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram calculados os valores de pressão de vapor d'água (e_a), pressão de vapor saturado (e_s) e déficit de pressão de vapor (D).

Ao final do experimento foram mensuradas a altura da parte aérea (cm) e o diâmetro do coleto (mm) das plantas com parte aérea maior que 5 cm de altura. Os dados da germinação foram analisados por testes qui-quadrado para independência. A relação entre as variáveis ambientais determinadas pelos tratamentos e o percentual de emergência de plântulas foi estimada a partir do coeficiente de correlação de Pearson e de regressões múltiplas com respectivas análises de variância.

Os dados de diâmetro do coleto e altura de plântulas foram submetidos à análise de variância considerando-se o modelo: $y_{ijk} = m + a_i + s_j + sa_{ij} + e_{ijk}$ onde y_{ijk} = efeito da observação da planta referente ao ambiente i , substrato j , de qualquer procedência, progênie ou parcela; a_i = efeito do ambiente i ; s_j = efeito do substrato j ; sa_{ij} = efeito da interação do ambiente i com o substrato j ; e_{ijk} = efeito do erro experimental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As taxas de emergência de plântulas para procedências e matrizes foram, em geral, muito baixas (4,64%) sendo que seis matrizes não tiveram nenhuma de suas sementes emergidas (Tabela 1). Taxas de germinação e emergência em sementes de pequi geralmente são consideradas baixas (MELO & GONÇALVES, 2001; BERNARDES *et al.*, 2008; DOMBROSKI *et al.*, 2010), mas as taxas encontradas no presente trabalho foram bem inferiores às registradas na literatura citada acima.

No entanto, as diferenças entre as matrizes para a variável em apreço foram altamente significativas ($P < 1\%$), evidenciando que algum fator, direta ou indiretamente associado a estas, pode ter influenciado na emergência de suas sementes. A diferença entre as duas populações para taxa de emergência não foi significativa a 5% (Tabela 1).

Fatores inerentemente relacionados à origem (procedência e matriz) das sementes e outros fatores como tempo de armazenamento, embriões danificados, susceptibilidade ao ataque de insetos e fungos (MELO & GONÇALVES, 2001; OLIVEIRA, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2004; VIEIRA & GUSMÃO, 2006; BERNARDES *et al.*, 2008) podem influenciar a germinação e emergência de sementes de pequi.

A variação na taxa de emergência devida ao efeito de matrizes não é raro na literatura (FERNANDES *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2007; ROCHA *et al.*, 2009a; ROCHA *et al.*, 2009b; ROCHA, 2009). Entretanto, não é comum encontrar trabalhos que demonstrem se o efeito atribuído às matrizes é devido ao genótipo de suas respectivas sementes (efeito xênia) ou se decorrente do genótipo da matriz (efeito materno). Mesmo se descartada a hipótese do primeiro, ainda fica a dúvida se o segundo é inerente à matriz ou se decorrente de algum fator externo.

Rocha *et al.* (2009b) observaram a presença de um inseto (Coleóptera Bruchidae do gênero *Amblycerus*, espécie ainda não identificada) até então não relatado em sementes de pequi, que permanece durante muito tempo no interior destas sem possibilidade de ser detectado apenas através da observação direta. Este mesmo inseto foi detectado nas sementes das matrizes coletadas, que apresentaram média geral de 20,5% de incidência e um valor máximo de 70,8% de ataque nos putâmens da matriz RC-157. Como a frequência de ataque desta praga varia muito entre matrizes, a baixa taxa de germinação de suas sementes pode não ser devida apenas ao efeito da matriz propriamente dito (ROCHA *et al.*, 2009b).

Tabela 1. Proporção de plântulas emergidas para procedências e matrizes de pequi.

Procedência	E	NE	E(%)	P (X²,%)
Curvelo (Moura)	67	1193	5,32	
Rio Preto (PERP)	29	781	3,58	6,6618
Matriz/Procedência	E	NE	E(%)	P (X²,%)
M-12/Moura	0	90	0,00	
M-23/Moura	3	87	3,33	
M-26/Moura	8	82	8,89	
M-27/Moura	2	88	2,22	
MC-1/Moura	4	86	4,44	
MC-11/Moura	11	79	12,22	
MC-2/Moura	3	87	3,33	
MC-22/Moura	5	85	5,56	
MC-33/Moura	1	89	1,11	
MC-34/Moura	1	89	1,11	
MC-37/Moura	4	86	4,44	
MC-4/Moura	14	76	15,56	
MC-40/Moura	7	83	7,78	
MC-48/Moura	4	86	4,44	
R-11/PERP	3	87	3,33	
R-16/PERP	3	87	3,33	
R-18/PERP	0	30	0,00	
R-23/PERP	2	58	3,33	
R-24/PERP	5	25	16,67	
R-30/PERP	0	30	0,00	
R-7/PERP	4	56	6,67	
RC-152/PERP	0	60	0,00	
RC-153/PERP	2	58	3,33	
RC-157/PERP	1	29	3,33	
RC-164/PERP	0	60	0,00	
RC-165/PERP	0	30	0,00	
RC-167/PERP	5	85	5,56	
RC-168/PERP	4	86	4,44	0,0002
Total/Média	96	1974	4,64	

E = emergidas; NE = não emergidas; E(%) = percentual de emergência; P(X²,%) = probabilidade de significância pelo teste qui-quadrado; Moura = Fazenda Experimental do Moura - UFVJM, Curvelo, MG; PERP = Parque Estadual do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto, MG.

As frequências de plântulas emergidas em função dos efeitos dos ambientes CV, CS e CA, dos substratos S1, S2 e S3 e da combinação entre estes dois fatores foram altamente significativas conforme resultado dos qui-quadrados para independência (Tabela 2), evidenciando a influência ambiental sobre a emergência de plântulas de pequi.

Tabela 2. Proporção de plântulas de pequi emergidas por ambiente, substrato e suas combinações.

Ambiente (A)	E	NE	E(%)	P (X²,%)
Casa de vegetação (CV)	15	825	1,79	0,0001
Casa de sombra (CS)	40	650	5,80	
Céu aberto (CA)	41	499	7,59	
Substrato (S)	E	NE	E(%)	P (X²,%)
S1	52	638	7,54	0,0011
S2	15	675	2,17	
S3	29	661	4,20	
Interação (A x S)	E	NE	E(%)	P (X²,%)
CV x S1	10	270	3,57	0,0000
CV x S2	1	279	0,36	
CV x S3	4	276	1,43	
CS x S1	29	201	12,61	
CS x S2	3	227	1,30	
CS x S3	8	222	3,48	
CA x S1	13	167	7,22	
CA x S2	11	169	6,11	
CA x S3	17	163	9,44	

E = emergidas; NE = não emergidas; E(%) = percentual de emergência; P(X²,%) = probabilidade de significância pelo teste qui-quadrado.

Considerando-se os ambientes, a maior frequência de emergência das plântulas ocorreu em CA (Tabela 2). O qui-quadrado para a comparação desta variável entre os ambientes CA e CS não foi significativo (P = 20,77 %). Então a taxa de emergência nos ambientes CA e CS não diferiu entre si e ambos foram superiores ao ambiente CV. Em relação aos substratos, destacou-se a emergência em S1, sendo o qui-quadrado significativo (P<5%) para quaisquer das combinações entre substratos. Ou seja, o substrato S1 foi significativamente superior aos demais e S3 superior a S2 para a variável em estudo.

No entanto, a ação conjunta destes dois fatores (ambientes e substratos) não foi independente, havendo uma alta e significativa variação na taxa de emergência entre as diferentes combinações de seus níveis (Tabela 2). A combinação CS x S1 foi que obteve maior percentual de plântulas emergidas, seguida pela interação dos três substratos dentro de CA. O qui-quadrado considerando-se os três substratos dentro de CA não foi significativo (P = 47,76 %), assim como também não o foi (P = 10,38%) envolvendo os três substratos dentro de CA e a combinação CS x S1.

O que se pode compreender destas interações é que no ambiente CA, em que a emergência foi superior aos demais, qualquer substrato teve o mesmo efeito. Embora a

emergência no CA não tenha sido significativamente superior a CS, isto pode ser atribuído a grande superioridade da combinação CS x S1. Já o substrato S1 se destacou quanto à emergência nos ambientes CV e CS e não diferiu dos demais no ambiente CA.

Algumas características físicas dos substratos usados no presente experimento, bem como a estimativa de correlação entre cada uma delas e as taxas de emergência nos respectivos substratos são apresentadas na Tabela 3. Observa-se que a correlação foi positiva apenas para a densidade aparente, sendo negativa para as demais variáveis. De forma geral consideram-se correlações significativas a 5 % como adequadas. Entretanto os valores de probabilidade observados são muito próximos a este limite de significância, fato este que demonstra a relação entre as variáveis analisadas.

As características físicas de S1, substrato em que se obteve a maior taxa de emergência, mostram que este possui menor capacidade máxima de retenção de água, menor porosidade e maior densidade aparente, seguido do substrato S3 e depois o S2 (Tabela 3). Neste trabalho é possível considerar que o pequi teve preferência de emergência em substratos mais densos e com menor capacidade de retenção de água, explicando parcialmente a avaliação feita por Santana & Naves (2003), que observaram a maior densidade de pequizeiros em solos mais arenosos.

Tabela 3. Características físicas dos substratos e correlações com a taxa de emergência.

Características Físicas (CF)	S1	S2	S3	r (CF,E)	P(t,%)
Densidade aparente (kg/m ³)	1,35	0,41	0,60	0,9817	6,10
CMRA (mL/dm ⁻³)	420	460	440	-0,9903	4,44
Porosidade m ³ m ⁻³	0,45	0,54	0,49	-0,9793	6,48
Macroporosidade m ³ m ⁻³	0,03	0,08	0,05	-0,9678	8,10
Microporosidade m ³ m ⁻³	0,42	0,46	0,44	-0,9903	4,44

CMRA = capacidade máxima de retenção de água; r(CF,E) = coeficiente de correlação de Pearson entre características físicas e emergência das plântulas; P(t,%) = probabilidade teste “t”.

As médias de temperaturas referentes à combinação de cada substrato em cada ambiente, bem como as estimativas das correlações entre as temperaturas de cada substrato e respectivas taxas de emergência são apresentadas na Tabela 4. Os horários escolhidos para o levantamento destas temperaturas refletem aproximadamente seus valores mínimos (8h) e máximos (14h). Observa-se que, exceto para CA às 14 horas, S1 apresentou maiores temperaturas, tanto máximas como mínimas, seguido de S3 e S2, acompanhando a mesma tendência da taxa de germinação apresentada na Tabela 2. Este fato foi o responsável pelos altos valores das estimativas das correlações, exceto também para CA às 14 horas. Todas as estimativas das correlações foram significativas a 5%, exceto em CV e CA às 14:00.

Confrontando-se os dados da Tabela 3 com os da Tabela 4, verifica-se que as estimativas das correlações entre as taxas de emergência em S1, S2 e S3 são em geral altas, tanto com as respectivas propriedades físicas dos substratos, como com as respectivas temperaturas. Ocorre, entretanto, que as características físicas dos substratos são também altamente correlacionadas com as temperaturas (Tabela 5). Ou seja, não é possível separar se a taxa de emergência se correlaciona com as características físicas dos substratos, com suas temperaturas, ou com as duas.

Tabela 4. Médias de temperaturas dos substratos em função do ambiente e horário e correlações com a emergência de plântulas.

Substrato	Casa de vegetação		Casa de sombra		Céu aberto		Média	
	T-8h (°C)	T-14h (°C)	T-8h (°C)	T-14h (°C)	T-8h (°C)	T-14h (°C)	T-8h (°C)	T-14h (°C)
S1	17,7	25,6	16,9	24,4	17,2	26,6	17,3	25,5
S2	17,5	24,4	16,7	23,2	16,9	25,8	17,0	24,5
S3	17,6	24,6	16,8	23,6	17,0	26,8	17,1	25,0
Média	17,6	24,9	16,8	23,7	17,0	26,4	17,1	25,0
r(T,E)	0,9903	0,9741	0,9903	0,9987	0,9987	0,6575	0,9984	0,9903
P(t)	4,44%	7,25%	4,44%	1,61%	1,61%	27,16%	1,82%	4,44%

T-8h (°C) = média das temperaturas dos substratos medidas às 8h; T-14h (°C) = média das temperaturas dos substratos medidas às 14h; r(T,E) = coeficiente de correlação de Pearson entre as características temperatura e emergência de plântulas; P(t) = probabilidade teste “t”.

Tabela 5. Estimativas de correlações entre características físicas de substratos e respectivas temperaturas medidas em dois horários e três ambientes.

Características Físicas	Casa de vegetação		Casa de sombra		Céu aberto		Média	
	T-8h (°C)	T-14h (°C)	T-8h (°C)	T-14h (°C)	T-8h (°C)	T-14h (°C)	T-8h (°C)	T-14h (°C)
Densidade Aparente	0,9456	0,9993	0,9456	0,9901	0,9901	0,5019	0,9692	0,9456
CMRA	-1,0000	-0,9333	-1,0000	-0,9820	-0,9820	-0,7559	-0,9966	-1,0000
Porosidade	-0,9979	-0,9083	-0,9979	-0,9679	-0,9679	-0,7963	-0,9893	-0,9979
Macoporosidade	-0,9934	-0,8859	-0,9934	-0,9538	-0,9538	-0,8260	-0,9806	-0,9934
Microporosidade	-1,0000	-0,9333	-1,0000	-0,9820	-0,9820	-0,7559	-0,9966	-1,0000
P(t)	10,54%	1,15%	10,54%	4,49%	4,49%	33,26%	7,93%	10,54%
	0,00%	11,70%	0,00%	6,05%	6,05%	22,72%	2,62%	0,00%
	2,04%	13,73%	2,04%	8,09%	8,09%	20,68%	4,66%	2,04%
	3,66%	15,35%	3,66%	9,71%	9,71%	19,06%	6,28%	3,66%
	0,00%	11,70%	0,00%	6,05%	6,05%	22,72%	2,62%	0,00%

T-8h (°C) = média das temperaturas dos substratos medidas às 8h; T-14h (°C) = média das temperaturas dos substratos medidas às 14h; CMRA = capacidade máxima de retenção de água; P(t) = probabilidade teste “t”.

Interessa, portanto, quantificar os efeitos tanto das características físicas como as temperaturas dos substratos sobre a taxa de emergência em todas as nove combinações (Tabela 2) de ambientes e substratos. As variáveis que mais contribuíram para explicar a variação da taxa de emergência foram as temperaturas máximas e mínimas, a densidade aparente e o CMRA dos substratos. As equações, considerando-se algumas combinações envolvendo estas variáveis, bem como suas ANOVAS encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Regressões múltiplas relacionando temperatura, densidade e CMRA dos substratos com a emergência de plântulas.

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Modelo 1: $y = 0,5682^{NS} + 0,0201^{*}T_{max} - 0,0595^{0}T_{min}$ ($R^2 = 0,4957$)					
Regressão	2	0,006746	0,003373	2,95	12,82%
Desvios	6	0,006861	0,001144		
Total	8	0,013608			
Modelo 2: $y = 0,8507^{0} + 0,0149^{0}T_{max} - 0,0708^{**}T_{min} + 0,0521^{*}Dens$ ($R^2 = 0,7470$)					
Regressão	3	0,010166	0,003389	4,92	5,93%
Desvios	5	0,003442	0,000688		
Total	8	0,013608			
Modelo 3: $y = 1,4992^{*} + 0,0144^{0}T_{max} - 0,0713^{**}T_{min} - 0,0013^{*}CMRA$ ($R^2 = 0,7574$)					
Regressão	3	0,010307	0,003436	5,20	5,37%
Desvios	5	0,003300	0,000660		
Total	8	0,013608			
Modelo 4: $y = 1,2914^{NS} + 0,0144^{NS}T_{max} - 0,0715^{*}T_{min} + 0,0189^{NS}Dens - 0,0008^{NS}CMRA$ ($R^2 = 0,7615$)					
Regressão	4	0,010363	0,002591	3,19	14,35%
Desvios	4	0,003245	0,000811		
Total	8	0,013608			

y = emergência (%); T_{max} = temperatura máxima; T_{min} = temperatura mínima; Dens = densidade; CMRA = capacidade máxima de retenção de água; **, *, ⁰, NS = nível de significância dos coeficientes, respectivamente, $P < 5\%$, $5\% < P < 10\%$, $10\% < P < 15\%$, $P > 15\%$.

Em função do coeficiente de determinação (R^2) e do P(F), o Modelo 1 deve ser descartado. O Modelo 4, apesar de ter o maior R^2 , também não é o melhor, dado seu valor de P(F) e a não significância dos seus coeficientes. Os Modelos 2 e 3 têm R^2 praticamente equivalentes ao do Modelo 4 e P(F) no limiar da significância, sendo os que melhor explicaram a variação na taxa de emergência (Tabela 6), como também possuem melhores níveis de significância dos seus coeficientes.

Observa-se que os sinais dos coeficientes que multiplicam as temperaturas máximas e mínimas são positivos e negativos, respectivamente, para todos os modelos, indicando que, dentro dos limites avaliados, temperaturas do substrato mais altas aumentam a taxa de germinação e as mais baixas as diminuem. Os coeficientes que multiplicam a densidade e a CMRA são também positivos e negativos, respectivamente. Na verdade estas duas variáveis praticamente se equivalem, já que são alta e negativamente correlacionadas entre si ($r = -0,9458$). Por isto os Modelos 2 e 3 são praticamente equivalentes e o Modelo 4 é inferior na precisão da estimativa. Portanto, também dentro dos limites avaliados, substratos mais densos favoreceram a emergência das sementes. Estes resultados demonstram que as sementes germinaram melhor no substrato com características mais semelhantes aos solos do Cerrado, evidenciando a associação do pequi a determinados aspectos edáficos e às condições naturais do ecossistema em que está adaptado.

Avaliando a taxa de emergência em sementes de pequi colocadas em leito de areia suspenso e no chão, ROCHA (2009) encontrou os valores de 2,8% e 12,8%, respectivamente.

A hipótese levantada pelo autor foi a de que tal resultado seria decorrente de uma menor temperatura no leito suspenso devido à sua maior exposição ao ambiente. Os resultados do presente trabalho corroboram com esta hipótese.

A casa de vegetação obteve a maior média de temperatura ambiente e a casa de sombra favoreceu a maior média de umidade relativa do ar (Tabela 7). Os ambientes que proporcionaram maiores percentuais de emergência de plântulas, o céu aberto e a casa de sombra, obtiveram valores médios bem próximos de pressão de vapor d'água, pressão de vapor saturado e déficit de pressão de vapor. Isto pode ter colaborado para melhor manutenção da umidade nos substratos dentro destes ambientes em comparação com a casa de vegetação, que por sua vez alcançou as maiores médias nestas variáveis que se relacionam com a evaporação. As variáveis ambientais que mais se correlacionaram com a emergência de plântulas foram a pressão de vapor d'água, a pressão de vapor saturado e a temperatura do ambiente, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7. Médias de temperatura ambiente, umidade relativa do ar, pressão de vapor d'água, pressão de vapor saturado e déficit pressão de vapor em função do ambiente e correlações com a emergência de plântulas.

Ambiente	T (°C)	UR (%)	e_a (kPa)	e_s (kPa)	D (kPa)
Casa de vegetação	22,5	70,9	1,87	2,91	1,04
Casa de sombra	19,6	73,7	1,64	2,36	0,71
Céu aberto	19,8	70,6	1,58	2,38	0,80
Média	20,6	71,7	1,70	2,55	0,85
r(VC,E)	-0,9331	0,1293	-0,9941	-0,9434	-0,8402
P(t)	23,4%	91,7%	6,9%	21,5%	36,5%

T (°C) = temperatura do ambiente; UR (%) = umidade relativa do ar; e_a (kPa) = pressão de vapor d'água; e_s (kPa) = pressão de vapor saturado; D (kPa) = déficit de pressão de vapor; r(VC,E) = coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis climáticas e taxa de emergência; P(t) = probabilidade teste "t".

A avaliação dos efeitos dos fatores em estudo sobre o crescimento das mudas foi feito considerando-se as variáveis diâmetro do coleto (DC) e altura da planta (H). Nas Tabelas 8, 9 e 10 são apresentadas a ANOVA, as médias considerando-se os efeitos dos ambientes (CV, CS e CA) e substratos (S1, S2 e S3) e as médias considerando-se os substratos dentro dos ambientes, respectivamente. Observa-se que todos os efeitos foram significativos, exceto a influência dos substratos e da interação entre ambientes e substratos para o caráter diâmetro do coleto (Tabela 8).

Tabela 8. Análise de Variância (ANOVA) para os caracteres altura de planta e diâmetro do coleto de mudas de pequi em diferentes substratos e ambientes.

Altura da planta					
FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	8	2580,95	322,62	19,57	0,00%
Substrato	2	427,98	213,99	12,98	0,00%
Ambiente	2	1823	911,5	55,3	0,00%
Interação	4	329,97	82,49	5	0,13%
Erro	70	1153,78	16,48		
Total	78	3734,73			
CV	31,09%				

Diâmetro do coleto					
FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
Tratamentos	8	46,01	5,75	3,07	0,50%
Substrato	2	8,18	4,09	2,19	12,00%
Ambiente	2	32,51	16,25	8,69	0,04%
Interação	4	5,33	1,33	0,71	58,68%
Erro	70	130,99	1,87		
Total	78	177,01			
CV	31,13%				

Em relação aos ambientes, a casa de vegetação foi a que promoveu o melhor desempenho para ambas as variáveis, sendo significativo para altura de plântulas. Quanto aos substratos, o melhor desempenho ocorreu em S3, também significativo para H (Tabela 9). Apesar da interação ter sido significativa para H, houve diferença também entre os substratos dentro da casa de vegetação (Tabela 10), sendo que esta última apresentou a maior média dos três ambientes. O substrato que apresentou a maior média se destacou sobre demais, S2 e S1, que não diferiram entre si e nem dentro de CV.

Tabela 9. Média dos caracteres altura de plantas (H) e diâmetro do coleto (DC) em mudas de pequi em diferentes substratos e ambientes.

Altura da Planta (cm)			Diâmetro do Coleto (mm)		
Ambiente	Nº Plantas	Média	Ambiente	Nº Plantas	Média
CV	13	23,84 a	CV	13	5,51 a
CS	37	11,36 b	CA	29	4,68 ab
CA	29	10,40 b	CS	37	3,78 b
Substrato	Nº Plantas	Média	Substrato	Nº Plantas	Média
S3	19	17,12 a	S3	19	4,86 a
S2	12	12,78 b	S2	12	4,67 a
S1	48	11,52 b	S1	48	4,14 a

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste Scheffé a 5%.

Tabela 10. Média dos caracteres altura de plantas (H) e diâmetro do coleto (DC) em mudas de pequi em diferentes combinações de substratos e ambientes.

Altura da Planta				Diâmetro do Coleto			
Ambiente	Substrato	Nº Plantas	Média	Ambiente	Substrato	Nº Plantas	Média
CV	S3	4	33,95 a	CV	S3	4	6,95
CV	S1	8	19,45 b	CA	S2	8	4,95
CV	S2	1	18,50 bc	CV	S1	8	4,94
CS	S3	6	14,75 bc	CA	S3	9	4,66
CS	S2	3	14,60 bc	CA	S1	12	4,52
CA	S2	8	11,39 bc	CV	S2	1	4,30
CA	S3	9	11,22 c	CS	S2	3	4,03
CS	S1	28	10,29 c	CS	S3	6	3,78
CA	S1	12	9,12 c	CS	S1	28	3,75

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste Scheffé a 5%. Não foram feitas comparações de médias para DC porque a interação não foi significativa.

Por fim é importante mencionar que nos ambientes, substratos e combinações destes, as maiores taxas médias de emergência de plântulas foram associadas, em geral, às menores médias para as variáveis H e DC, principalmente a primeira. As estimativas dos coeficientes de correlação entre as taxas de emergência e as médias das variáveis H e DC nos três ambientes e substratos, bem como as combinações destes encontra-se nas Tabelas 11 e 12, respectivamente. Embora nem todas significativas, há uma consistência geral no sentido (sinal) da correlação. As regressões múltiplas e suas respectivas ANOVAS para explicar H e DC em função das temperaturas dos ambientes e propriedades físicas dos substratos encontram-se na Tabela 13.

Tabela 11. Estimativas de correlações entre características de altura de plantas (H) e diâmetro do coleto (DC) com a taxa de emergência (%E) em cada ambiente e substrato.

Ambiente	% E	Média H	Média DC	r(H,E)	r(DC,E)
CV	1,79%	23,84	5,51	-0,97074	-0,97108
CS	5,80%	11,36	3,78	P(t) = 7,72%	P(t) = 7,67%
CA	7,59%	10,40	4,68		
Substrato	% E	Média H	Média DC	r(H,E)	r(DC,E)
S3	4,20%	17,12	4,86	-0,34863	-0,79623
S2	2,17%	12,78	4,67	P(t) = 38,66%	P(t) = 20,68%
S1	7,54%	11,52	4,14		

r(H,E) = coeficiente de correlação de Pearson entre altura e emergência de plântulas; r(DC,E) = coeficiente de correlação de Pearson entre diâmetro do coleto e emergência de plântulas; P(t) = probabilidade teste “t”.

Tabela 12. Correlações entre características de altura de plantas (H) e diâmetro do coleto (DC) com a taxa de emergência (%E) em diferentes combinações de ambientes e substratos.

Amb.	Substr.	% E	Média H	r(H,E)	Amb.	Substr.	% E	Média DC	r(DC,E)
CV	S3	1,43%	33,95	-0,62865	CV	S3	1,43%	6,95	-0,31799
CV	S1	3,57%	19,45	p (3,49%)	CA	S2	6,11%	4,95	p (20,22%)
CV	S2	0,36%	18,50		CV	S1	3,57%	4,94	
CS	S3	3,48%	14,75		CA	S3	9,44%	4,66	
CS	S2	1,30%	14,60		CA	S1	7,22%	4,52	
CA	S2	6,11%	11,39		CV	S2	0,36%	4,30	
CA	S3	9,44%	11,22		CS	S2	1,30%	4,03	
CS	S1	12,61%	10,29		CS	S3	3,48%	3,78	
CA	S1	7,22%	9,12		CS	S1	12,61%	3,75	

r(H,E) = coeficiente de correlação de Pearson entre altura e emergência de plântulas; r(DC,E) = coeficiente de correlação de Pearson entre diâmetro do coleto e emergência de plântulas;

Tabela 13. Regressões múltiplas relacionando temperaturas, densidade e CMRA dos substratos com a taxa de emergência em sementes de pequi para as variáveis altura de plantas (H) e diâmetro do coleto (DC) das mudas.

FV	GL	SQ	QM	F	P(F)
H: $y = -10,291^{NS} - 2,676^0 T_{max} + 17,064^{**} T_{min} - 22,744^* Dens - 0,4594^{NS} CMRA$ ($R^2 = 0,8529$)					
Regressão	4	399,108375	99,777094	5,80	5,86%
Desvios	4	68,844282	17,211070		
Total	8	467,952657			
DC: $y = -4,321^{NS} + 0,119^{NS} T_{max} + 1,718^0 T_{min} - 2,656^{NS} Dens - 0,048^{NS} CMRA$ ($R^2 = 0,5897$)					
Regressão	4	4,449114	1,112278	1,44	36,68%
Desvios	4	3,095163	0,773791		
Total	8	7,544276			

T_{max} = temperatura máxima; T_{min} = temperatura mínima; Dens = densidade; CMRA = capacidade máxima de retenção de água; **, *, ⁰, NS = nível de significância dos coeficientes, respectivamente, p < 5%, 5% < p > 10%, 10% < p > 15%, p > 15%.

O modelo explica razoavelmente bem a variação da H, mas muito pouco a do DC (Tabela 13), corroborando as estimativas das correlações mostradas na Tabela 12. O coeficiente que multiplica a densidade foi o mais significativo na equação de H, explicando o melhor crescimento das plantas nos substratos com menor densidade, relação também observada em mudas de outras espécies florestais (LACERDA *et al.*, 2006; WENDLING *et al.*, 2007). Pode-se observar que, ao contrário do que acontece com a taxa de emergência, os coeficientes que multiplicam T_{max} e T_{min} são negativo e positivo, respectivamente, para a variável H, justificando a correlação negativa entre a taxa de emergência e H na Tabela 12.

Os resultados deste trabalho sugerem que para obter maior sucesso na propagação sexuada do pequi deve-se priorizar a interação de ambientes e substratos que forneçam condições mais semelhantes aos ambientes naturais de sua ocorrência, assim como a utilização de materiais genéticos diversos, de forma a selecionar as matrizes mais eficientes.

5. CONCLUSÕES

A procedência dos frutos não influenciou a porcentagem de emergência de plântulas de pequi, no entanto, suas progênies tiveram efeito altamente significativo sobre esta variável.

Os ambientes a céu aberto e casa de sombra foram os que melhor favoreceram a taxa de emergência no pequi, assim como o substrato terra de subsolo, mas pouco contribuíram com o crescimento das mudas, onde a casa de vegetação foi o ambiente mais apropriado para conduzir as plantas em estágio inicial visando o seu crescimento em altura e diâmetro.

O percentual de emergência correlacionou-se negativamente com a capacidade máxima de retenção de água e positivamente com a densidade aparente e temperatura dos substratos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.E.P., GARCIA, Q.S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.1, p.149-154, 2005.

ALBUQUERQUE, K.S., GUIMARÃES, R.M. Comportamento fisiológico de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. Sob diferentes temperaturas e condições de luz. **Cerne**, v.13, n.1, p.64-70, 2007.

ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. **Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. 38p. (Documentos, 54).

AOYAMA, E.M., ONO, E.O., FURLAN, M.R. Estudo da germinação de sementes de lavanda (*Lavandula angustifolia* Miller). **Scientia agricola**, v.53, n.2-3, 1996.

AZEVEDO, A.I., MARTINS, H.T., DRUMMOND, J.A.L. A dinâmica institucional de uso comunitário dos produtos nativos do cerrado no município de Japonvar (Minas Gerais). **Sociedade e Estado**, v.24, n.1, p.193-228, 2009.

BALARDIN, R.S., LOCH, L.C., Efeito de Thiram sobre a germinação de sementes de centeio e aveia. **Revista Brasileira de Sementes**, v.9, n.1, p.113-117, 1987.

BERNARDES, T.G., ESTRÊLA, C.T., NAVES, R.V., REZENDE, C.F.A., MESQUITA, M.A.M., PIRES, L.L. Efeito do armazenamento e de fitohormônios na qualidade fisiológica de sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.3, p.163-168, 2007.

BERNARDES, T.G., NAVES, R.V., REZENDE, C.F.A., BORGES, J.D., CHAVES, L.J. Propagação sexuada do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) estimulada por ácido giberélico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, n.2, p.71-77, 2008.

BEZERRA, A.M.E.; MOMENTÉ, V.G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.295-299, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília : Mapa/ACS, 2009.

CAVALCANTE, J.I.V., SILVEIRA, J.F., VIEIRA, M.G.G.C. Influência do nitrogênio, fósforo, potássio e zinco na germinação de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.4, n.3, p.27-33, 1982.

DEMINICIS, B.B., VIEIRA, H.D., SILVA, R.F., ABREU, J.B.R., ARAÚJO, S.A.C., JARDIM, J.G. Adubação nitrogenada, potássica e fosfatada na produção e germinação de sementes de capim quicuí-da-amazônia. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.59-65, 2010.

DOMBROSKI, J. L. D. **Estudos sobre a propagação do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 1997. 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

DOMBROSKI, J.L.D., PAIVA, R., CAMARGO, I.P. Efeito da escarificação sobre a germinação do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). Cruz das Almas: **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, n.1, p.68-73, 1998.

DOMBROSKI, J.L.D., PAIVA, R., ALVES, J.M.C., SANTOS, B.R., NOGUEIRA, R.C., PAIVA, P.D.O., BARBOSA, S. Métodos para a superação da dormência fisiológica de *Caryocar brasiliense* Camb.. **Cerne**, v.16, n.2, p.131-135, 2010.

FERNANDES, J. S. C. *et al.* Efeito de matrizes na germinação de sementes em pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2005, Gramado. **Anais...** Gramado: SBMP. 1 CD.

FLORIANO, E.P. Germinação e dormência de sementes florestais. **Caderno Didático** n.2, 1ª ed., Santa Rosa: ANORGS, 2004.

GOOLAND, R.J.A., FERRI, M.G. Coleção Reconquista do Brasil, **Ecologia do cerrado**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. v.52, 193p.

LACERDA, M.R.B., PASSOS, M.A.A., RODRIGUES, J.J.V., BARRETO, L.P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LOPES, J.C., PEREIRA, M.D., Germinação de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.146-150, 2005.

LOPES, J.L.W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

MARTINS-CORDER, M.P., SALDANHA, C.W. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progênies de *Euterpe edulis* Mart. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.693-699, 2006.

MELLO, J.I.O., BARBEDO, C.J. Temperatura, luz e substrato para germinação de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae Caesalpinioideae). **Revista Árvore**, v.31, n.4, p.645-655, 2007.

MELO, J.T., GONÇALVES, A.N. Inibidores de germinação em frutos e sementes de pequi. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. Planaltina: Embrapa Cerrados, n.23, 2001.

MONQUERO, P.A., CHRISTOFFOLETI, P.J., Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia**, v.64, n.2, p.203-209, 2005.

MUNIR, J., DORN, L.A., DONOHUE, K., SCHMITT, J. The effect of maternal photoperiod on seasonal dormancy in *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae). **American Journal of Botany**, v.88, p.1240-1249, 2001.

NERI, A.V., NETO, J.A.A.M., SILVA, A.F., MARTINS, S.V., BATISTA, M.L. Análise da estrutura de uma comunidade lenhosa em área de cerrado *sensu stricto* no município de Senador Modestino Gonçalves, norte de Minas Gerais, Brasil. Viçosa: **Revista Árvore**, v.31, n.1, 2007.

OLIVEIRA, S. S. **Efeito de giberelina, fungicida, tratamentos mecânicos e período de armazenamento sobre a germinação de sementes de pequi**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2002.

OLIVEIRA, S. S.; FAVORITO, O.; DOMBROSKI, J. L. D.; GUIMARÃES, S. C.; COELHO, M. de F. B. **Efeito de tratamento fungicida e de tratamento fungicida mais ácido giberélico sobre a germinação de sementes de pequi**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

PEREIRA, A.V., PEREIRA, E.B.C., SILVA, D.B., GOMES, A.C., SOUSA-SILVA, J.C. Quebra da dormência de sementes de pequi. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. Planaltina: Embrapa Cerrados, n.136, 2004.

PEREZ. S.C.J.G.A., MORAES, J.A.P.V. Influência do estresse hídrico e do pH no processo germinativo da algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.7, p.981-988, 1991.

PEREZ, S.C.J.G.A., PRADO, C.H.B.A., Efeitos de diferentes tratamentos pré-germinativos e da concentração de alumínio no processo germinativo de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf.. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.1, p.115-118, 1993.

RATTER, J. A., BRIDGEWATER, S., RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation. III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, v.60, n.1, p.57-109, 2003.

RIBEIRO, J.F., WALTER. B.M.T., Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M., ALMEIDA, S.P. ed. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p.87-166, 1998.

ROCHA, J.P. **Fatores genéticos e ambientais na emergência de plântulas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)** 2009. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2009.

ROCHA, J. P. *et al.* Germinação de sementes de pequi (Caryocar brasiliense Camb.) semeadas diretamente no campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009a, Guarapari. **Anais...** Guarapari: CBMP. 1 CD.

ROCHA, J. P. *et al.* Influência do ataque de brocas na taxa de germinação em sementes de pequi (Caryocar brasiliense Camb.): sobreposição ao efeito de progênies. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009b, Guarapari. **Anais...** Guarapari: CBMP. 1 CD.

RODRIGUES, F. S. *et al.* Interação entre fatores ambientais e genéticos na germinação de sementes de pequi. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO SEMI-ÁRIDO MINEIRO, 1., 2007, Janaúba. **Anais...** Janaúba: UNIMONTES. 1 CD.

SÁ E CARVALHO, C.G., CÔRTEZ, R.A., CARNEIRO, I.F., BORGES, J.D. Efeitos de diferentes tratamentos na germinação do pequi (Caryocar brasiliense Camb.). **Acta Botanica Brasilica**, v.8, n.1, p.109-120, 1994.

SANTANA, J.G., NAVES, R.V. Caracterização de ambientes de Cerrado com alta densidade de pequizeiros (Caryocar brasiliense Camb.) na região sudeste do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.33, n.1, p.1-10, 2003.

SANTOS, B.R.; PAIVA, R.; DOMBROSKI, J.L.D.; MARTINOTTO, C.; NOGUEIRA, R.C., SILVA, A.A.N. Pequi (Caryocar brasiliense Camb.): uma espécie promissora do cerrado brasileiro. **Boletim Agropecuário**, Universidade Federal de Lavras, n.64. 2004.

SANTOS, C.M.R., FERREIRA, A.G., ÁQUILA, M.E.A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.14, n.2, p.13-20, 2004.

SCALON, S.P.Q., FILHO, H.C., MUSSURY, R.M., MACEDO, M.C., KISSMANN, C. Potencial germinativo de *Dimorphandra mollis* Benth. em armazenamento, tratamentos pré-germinativos e temperatura de incubação. **Cerne**, v.13, n.3, p.321-328, 2007.

SILVA, A.C., ROSADO, S.C.S., CALEGARIO, N., RODRIGUES, E.A.C., OLIVEIRA, A.N., VIEIRA, C.T. Variações genéticas na qualidade do sistema radicular de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). Viçosa: **Revista Árvore**, v.31, n.4, p.609-617, 2007.

SILVA, D.B., JUNQUEIRA, N.T.V., SILVA, J.A., PEREIRA, A.V., SALVIANO, A., JUNQUEIRA, G.D. Avaliação do potencial de produção do “pequi-anão” sob condições naturais na região sul do estado de Minas Gerais. Jaboticabal: **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.3, p.726-729, 2001.

SILVA, M.A.P., MEDEIROS FILHO, S. Emergência de plântulas de pequi (Caryocar coriaceum Wittm). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.381-385, 2006.

SOUZA, O.A., NASCIMENTO, J.L., NAVES, R.V., BORGES, J.D. Propagação sexuada de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): efeito da procedência de frutos e do ácido giberélico na emergência de plântulas. Goiânia: **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.3, p.131-136, 2007.

VIEIRA, F.A., PACHECO, M.V., LOPES, P.S.N. Método de escarificação de putâmens de *Caryocar brasiliense* Camb.. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, ano IV, n.8, 2005.

VIEIRA, F.A., GUSMÃO, E. Efeitos de giberelinas, fungicidas e do armazenamento na germinação de sementes de *Genipa americana* L. (Rubiaceae). **Cerne**, v.12, n.2, p.137-144, 2006.

WENDLING, I., GUASTALA, D., DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v.31, n.2, p.209-219, 2007.

ZAIDAN, L.B.P., CARREIRA, R.C. Seed germination in Cerrado species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.20, n3, p.167-181, 2008.

Apêndice A.

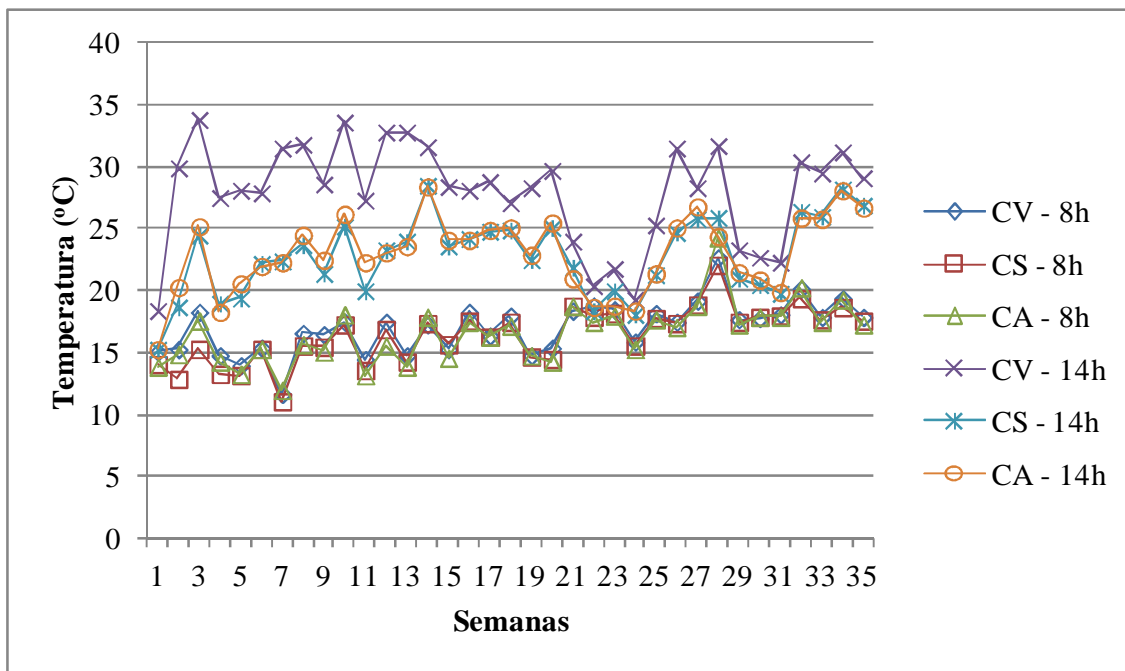


Figura 1A. Temperatura dos ambientes nos horários 8h e 14h.

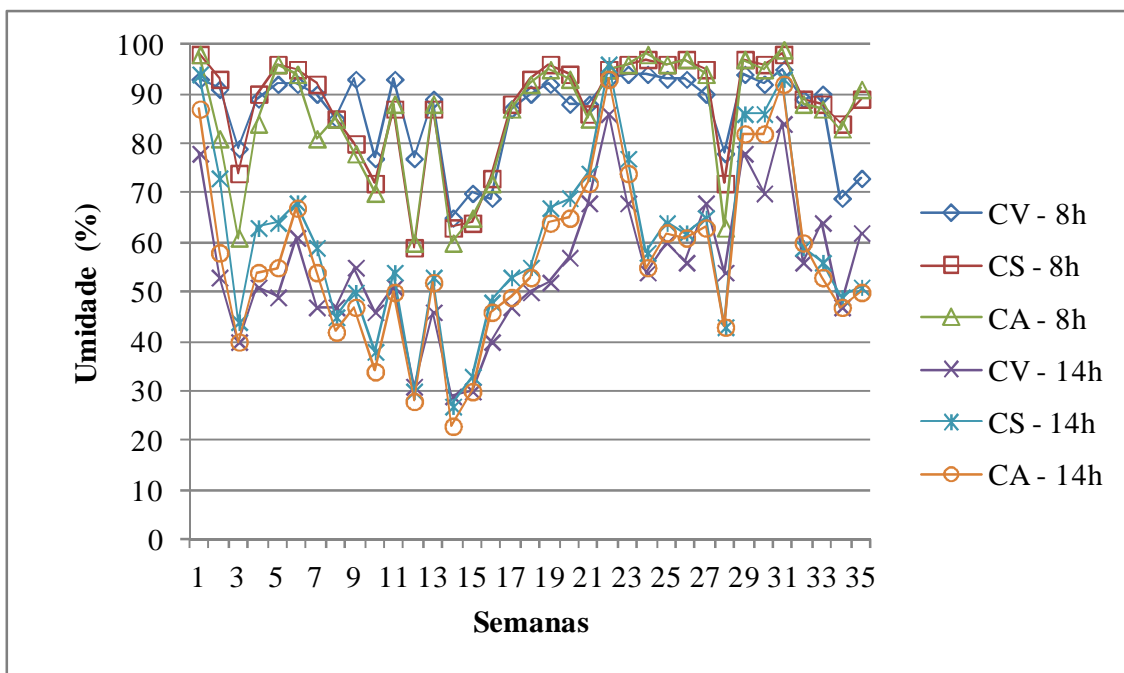


Figura 2A. Umidade relativa do ar em função dos ambientes e horários.

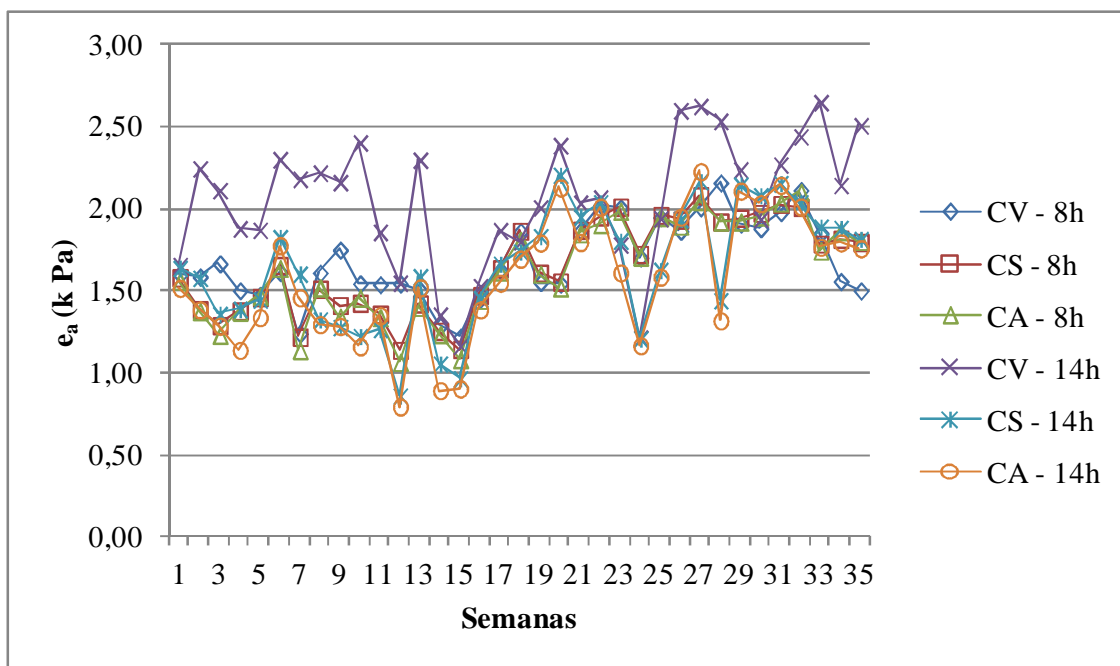


Figura 3A. Pressão de vapor d'água em função dos ambientes e horários.

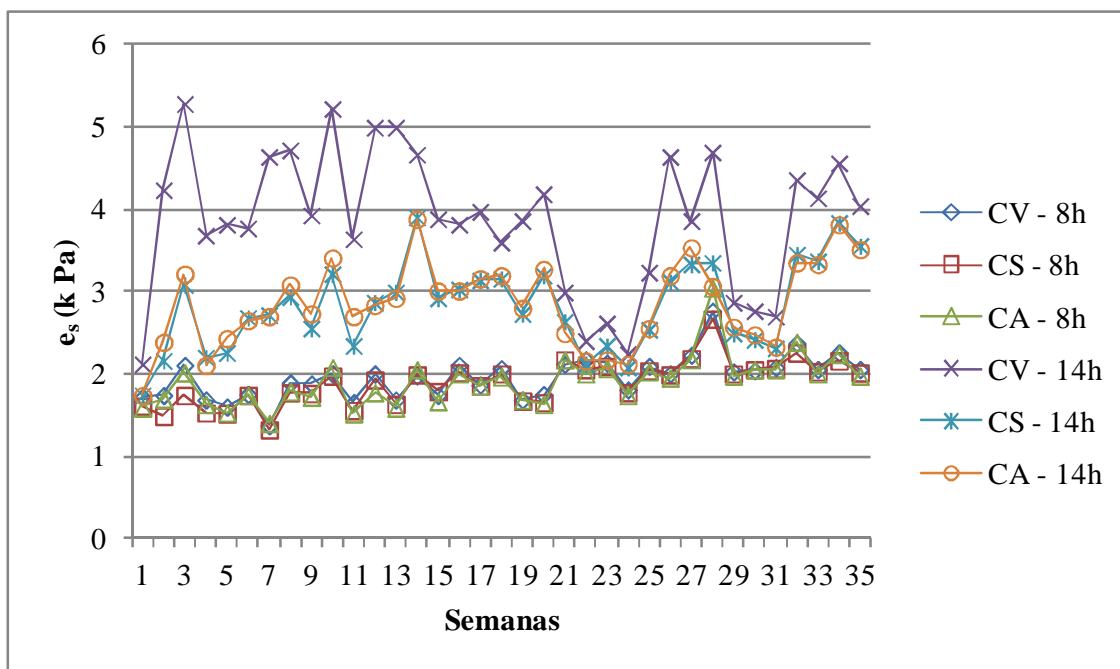


Figura 4A. Pressão de vapor saturado em função dos ambientes e horários.

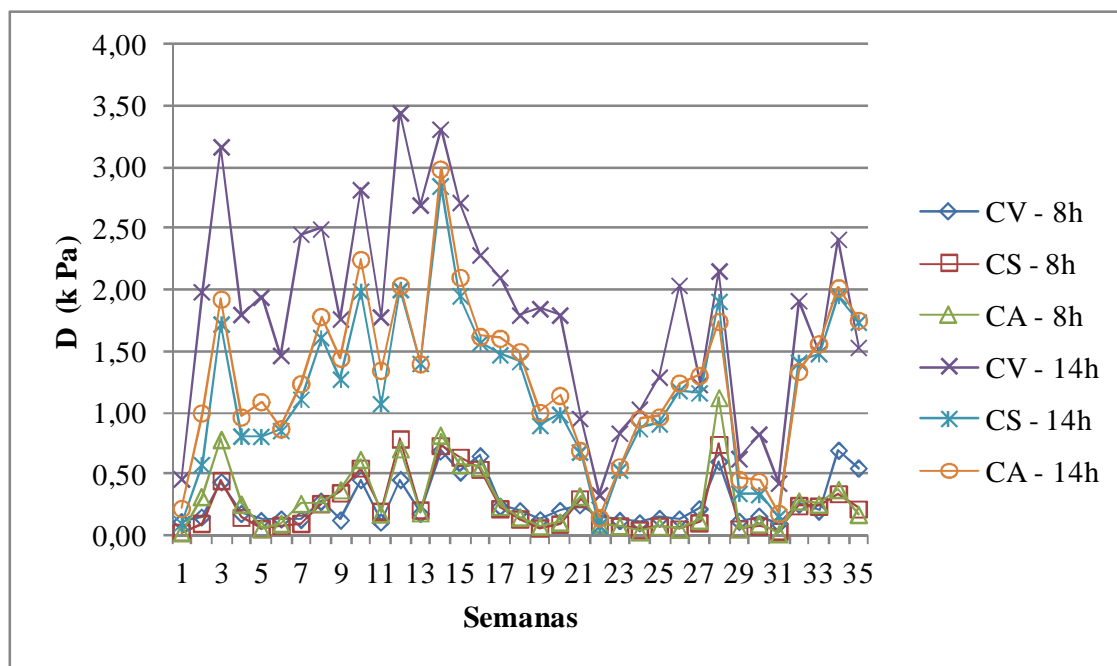


Figura 5A. Déficit de pressão de vapor em função dos ambientes e horários.

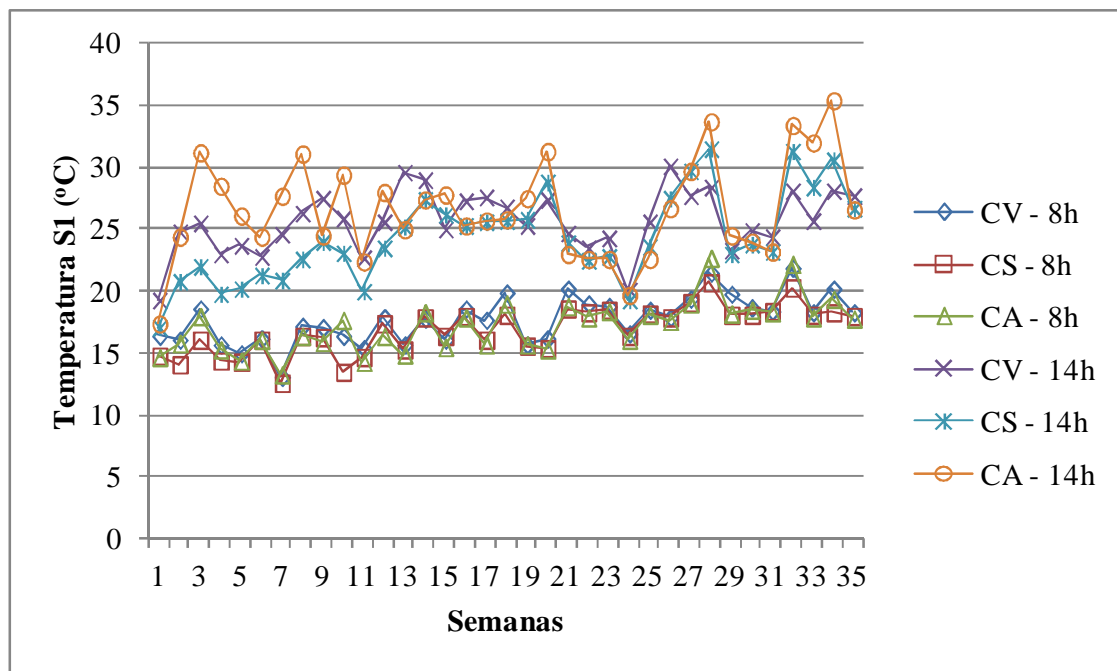


Figura 6A. Temperatura do substrato S1 em função dos ambientes e horários.

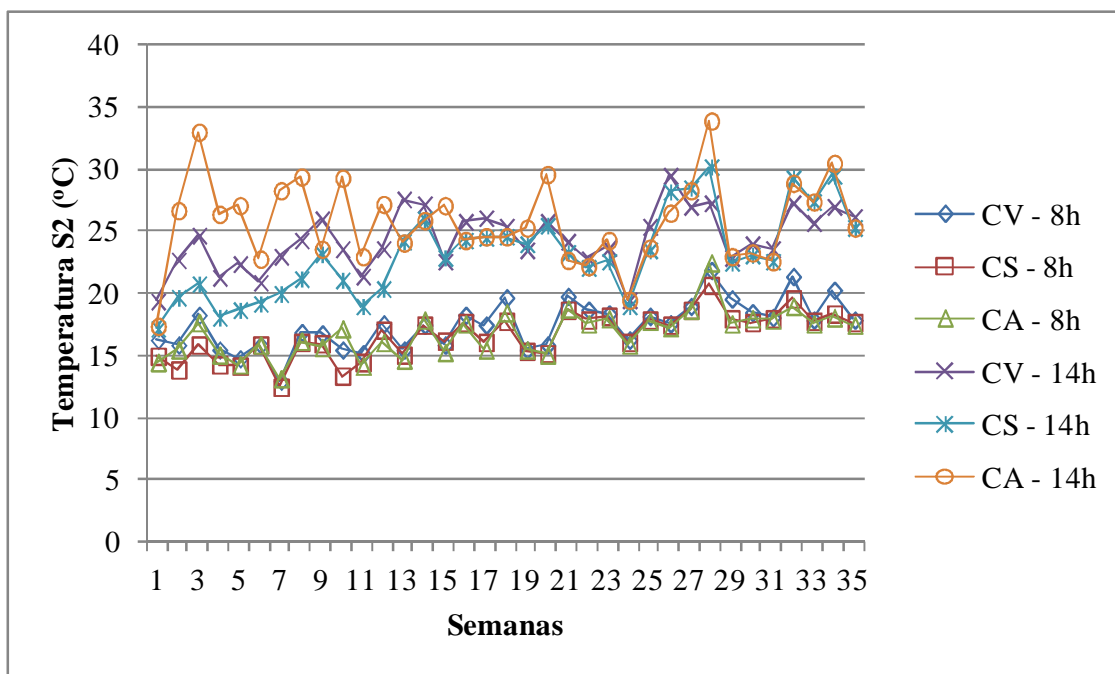


Figura 7A. Temperatura do substrato S2 em função dos ambientes e horários.

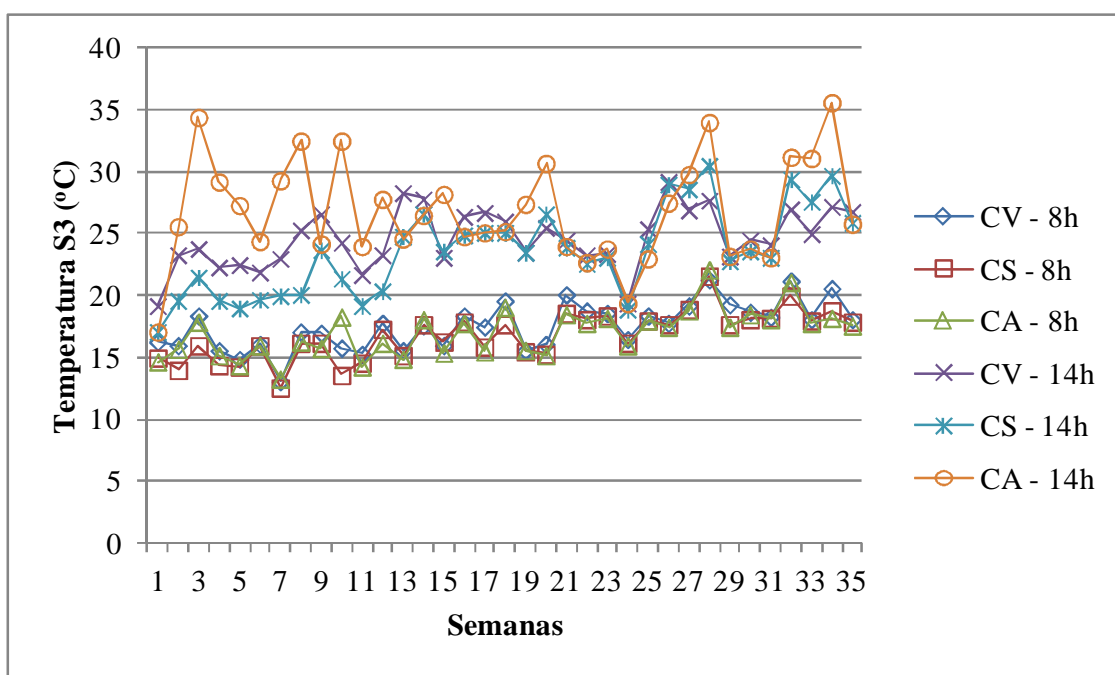


Figura 8A. Temperatura do substrato S3 em função dos ambientes e horários.